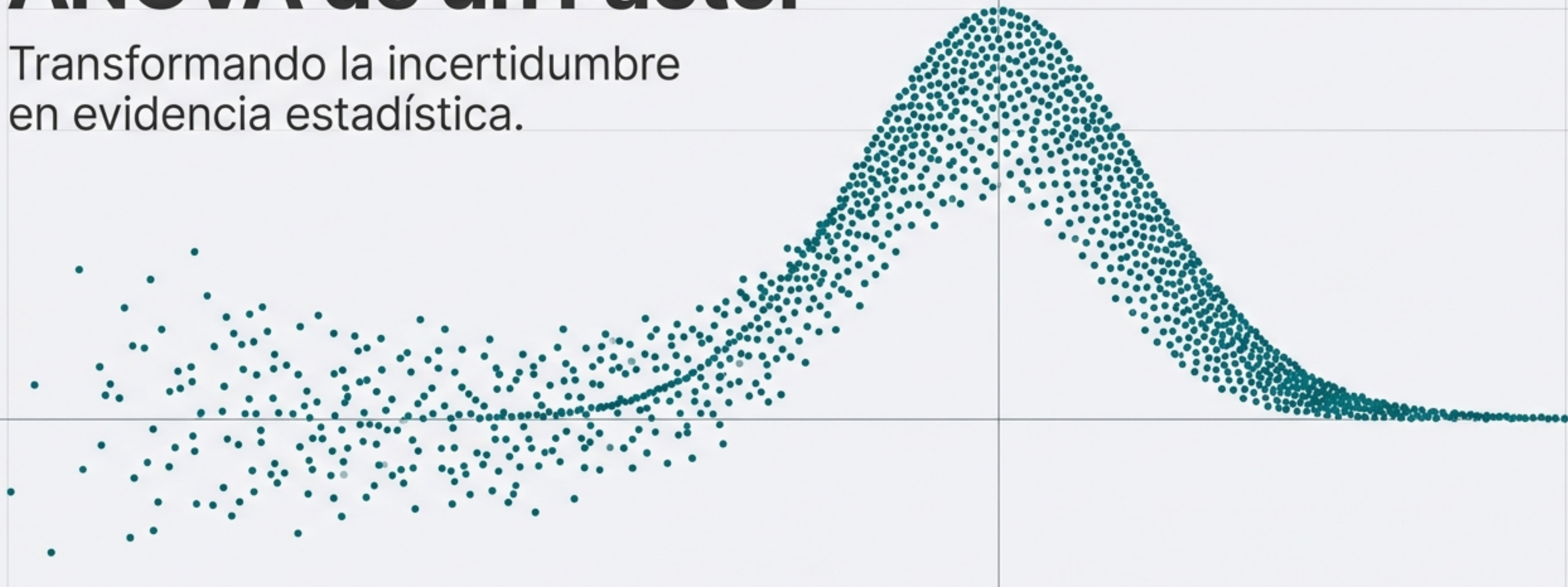


# Dominando el ANOVA de un Factor

Transformando la incertidumbre en evidencia estadística.



---

Una técnica para comparar las medias de tres o más grupos y determinar si las diferencias son reales o producto del azar.

BASADO EN MÉTODOS DE JMP Y SPSS

# El Caso del Gel Adhesivo: ¿Inconsistencia o Azar?



## El Escenario:

- 5 Lotes de producción ( $k=5$ )
- 5 muestras por lote ( $n=5$ )
- Problema: Variación sospechosa en la viscosidad.

## Datos Observados:

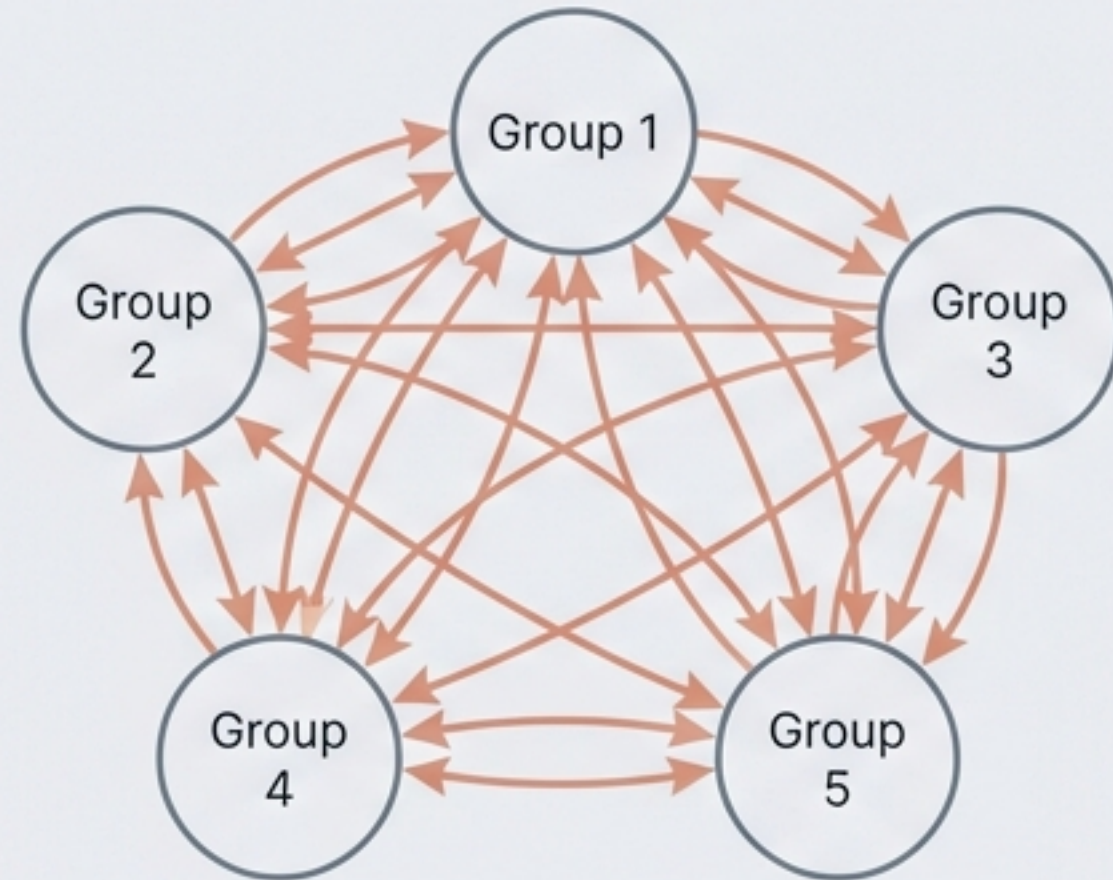
Media Lotes 1, 2, 4, 5  $\approx$  30.00

Media Lote 3 = 26.77

**¿Es esta diferencia suficiente para detener la producción, o es solo 'ruido' estadístico?**

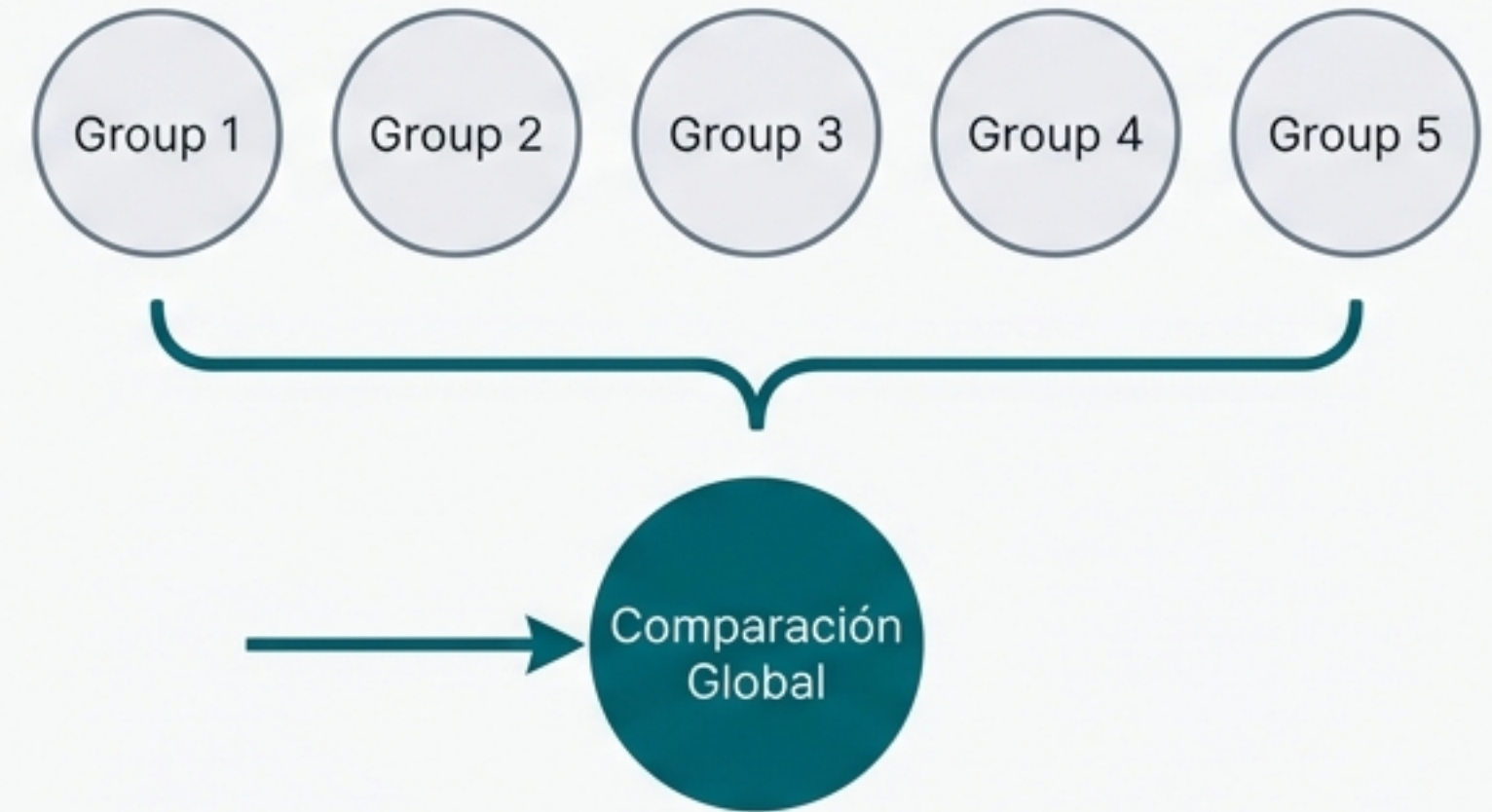
# Por qué ANOVA es superior a múltiples pruebas T

## El Método Incorrecto (Múltiples Pruebas T)

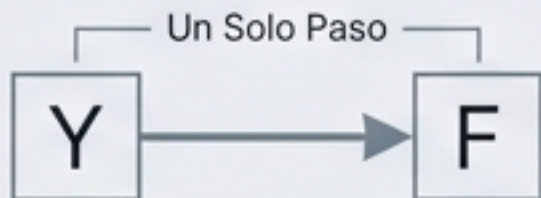


**Inflación del Error Tipo I (Falsos Positivos) ⚠**

## El Método ANOVA



**Análisis Simultáneo (Error Global = 5%) ✓**



ANOVA evalúa la variable cuantitativa (Y) contra la variable cualitativa (F) en un solo paso eficiente.

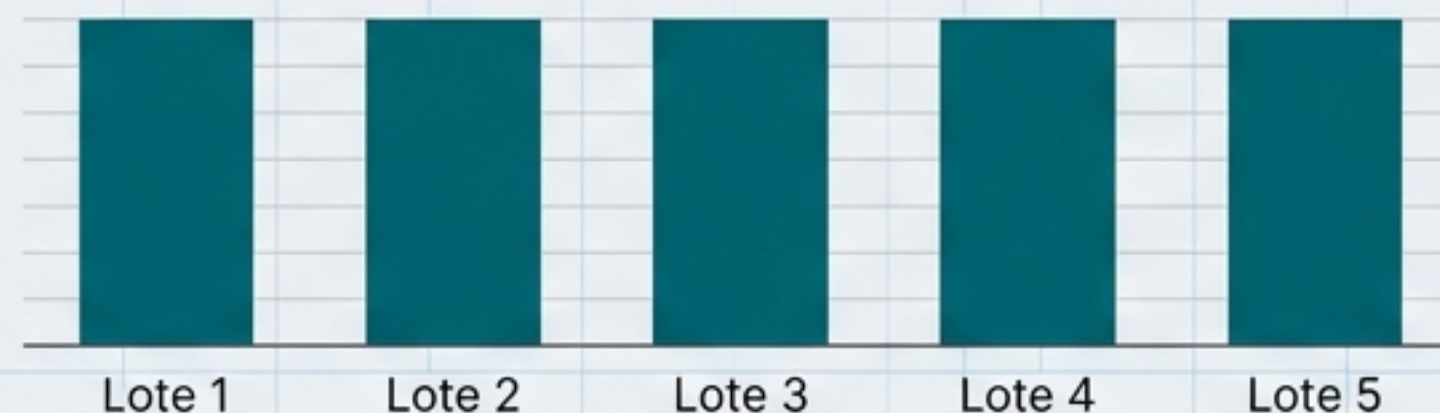
# La Batalla de Hipótesis



## Hipótesis Nula

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$$

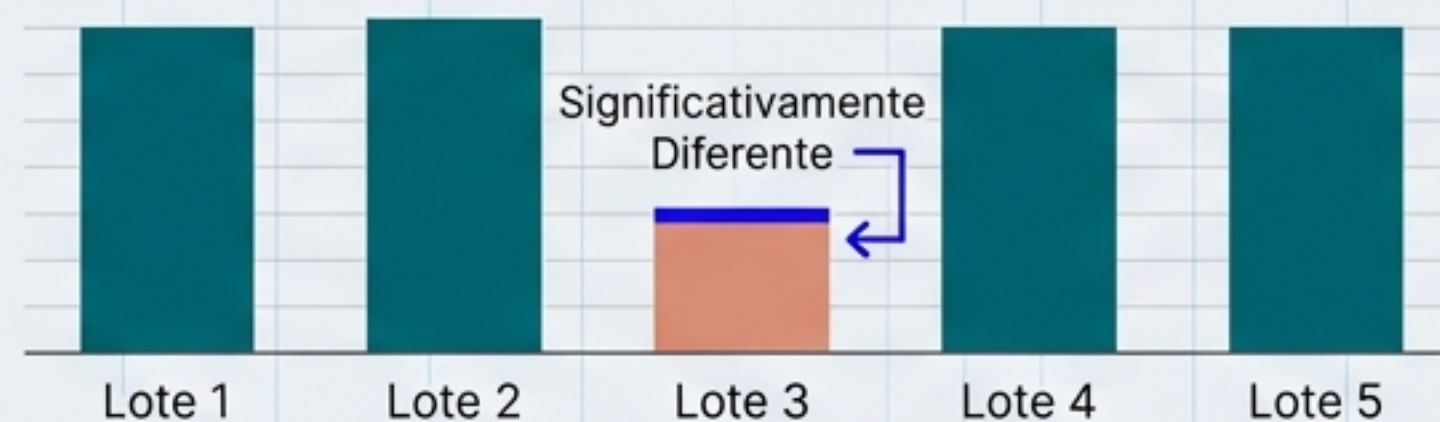
Todas las medias son iguales. El factor (Lote) NO influye en el resultado.



## Hipótesis Alternativa

$H_a$ : Al menos una  $\mu_i$  es diferente

Existe una diferencia real.  
El Lote sí afecta la viscosidad.



# Deconstruyendo la Varianza

**Variabilidad Total (SST)**

**Variabilidad Entre Grupos (SS Factor)**

La Señal (Explicada por el Lote)

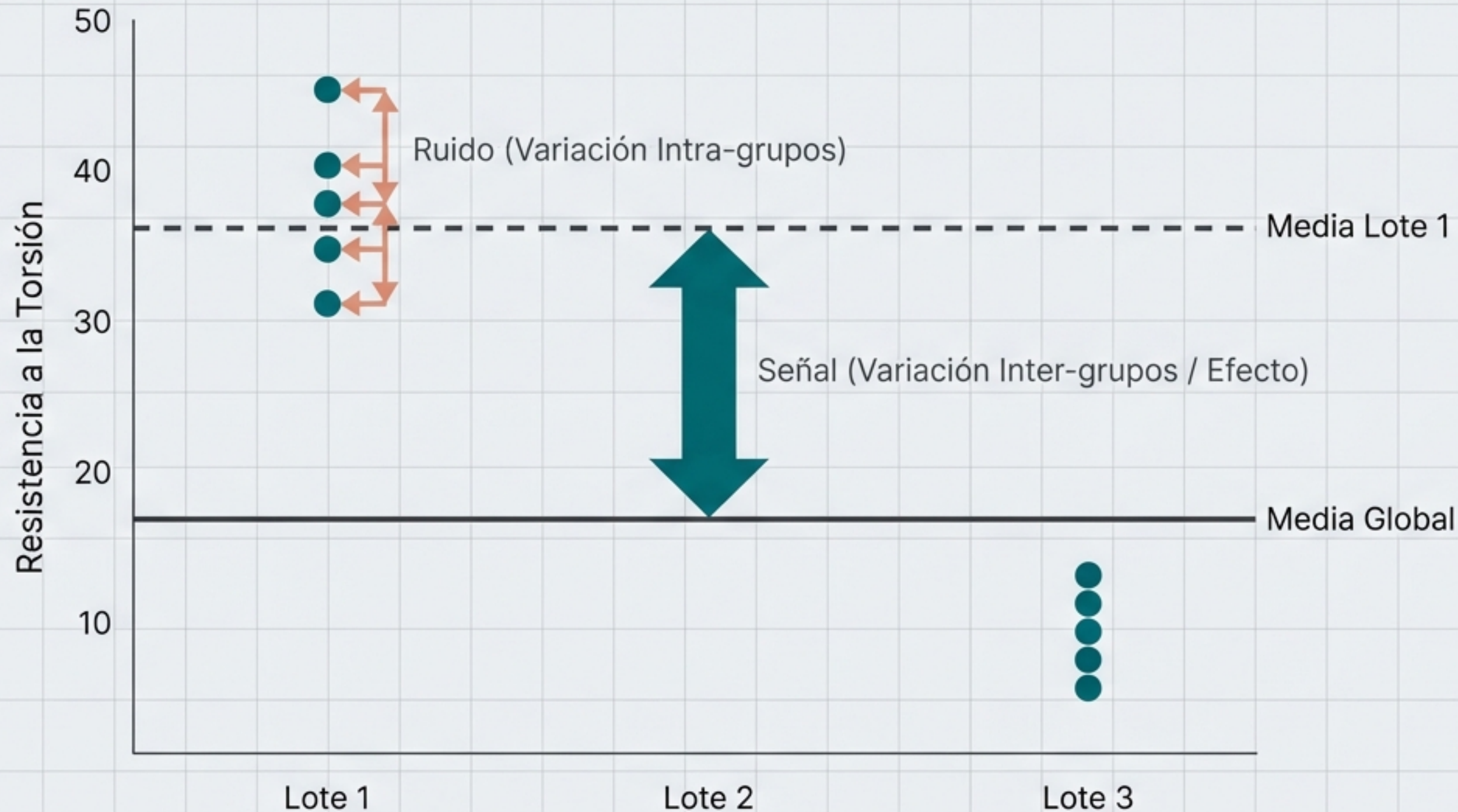
**=**

**Variabilidad Intra Grupos (SS Error)**

El Ruido (Error Aleatorio / Residual)

$$\text{SST} = \text{SS Factor} + \text{SS Error}$$

# Visualizando la “Señal” vs. el ‘Ruido’



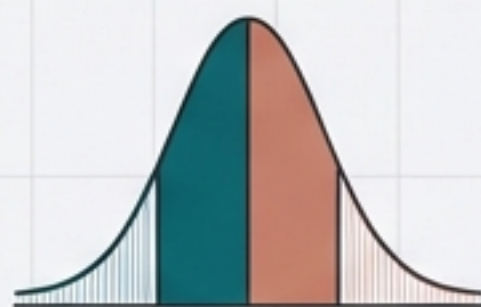
ANOVA compara la magnitud de la flecha verde (Señal) contra las flechas rojas (Ruido).

# La Razón F: El Juez Estadístico

$$F = \frac{\text{Varianza Entre Grupos}}{\text{Varianza Intra Grupos}}$$

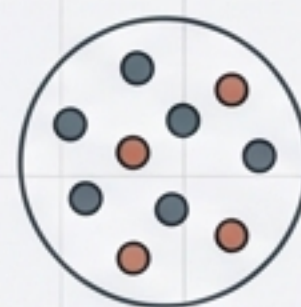


# Requisitos Críticos (Supuestos)



## Normalidad

La variable dependiente se distribuye normalmente en cada grupo.



## Independencia

Las muestras son aleatorias y no se influyen entre sí.



## Homocedasticidad

Igualdad de varianzas entre los grupos.

Validación: Prueba de Levene.  
Buscamos  $P > 0.05$

### Prueba de homogeneidad de varianzas

| Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | Sig.   |
|-----------------------|-----|-----|--------|
| 1,029                 | 4   | 175 | ,394 ✓ |

Resultado: Se cumple el supuesto de homocedasticidad.

# Interpretando la Tabla ANOVA

|              | Suma de cuadrados | gl  | Media cuadrática | F       | Sig. |
|--------------|-------------------|-----|------------------|---------|------|
| Inter-grupos | 2000,000          | 1   | 2000,000         | 145,339 | ,000 |
| Intra-grupos | 2449,444          | 178 | 13,761           |         |      |
| Total        | 4449,444          | 179 |                  |         |      |

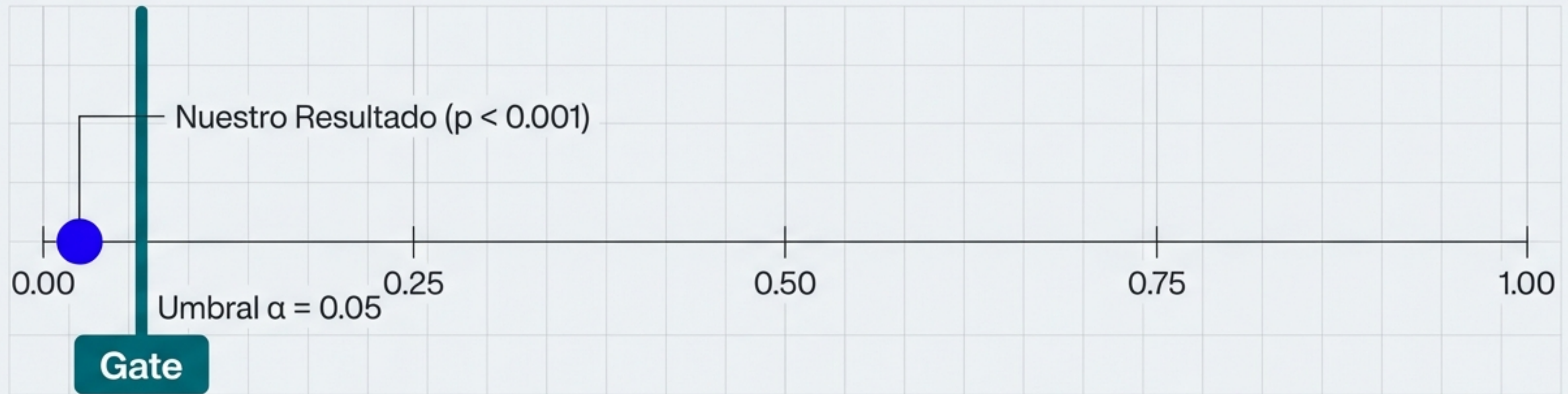
Variación Explicada (Señal)

Variación del  
Error (Ruido)

Estadístico  
de Prueba (F)

Valor P  
(Significancia)

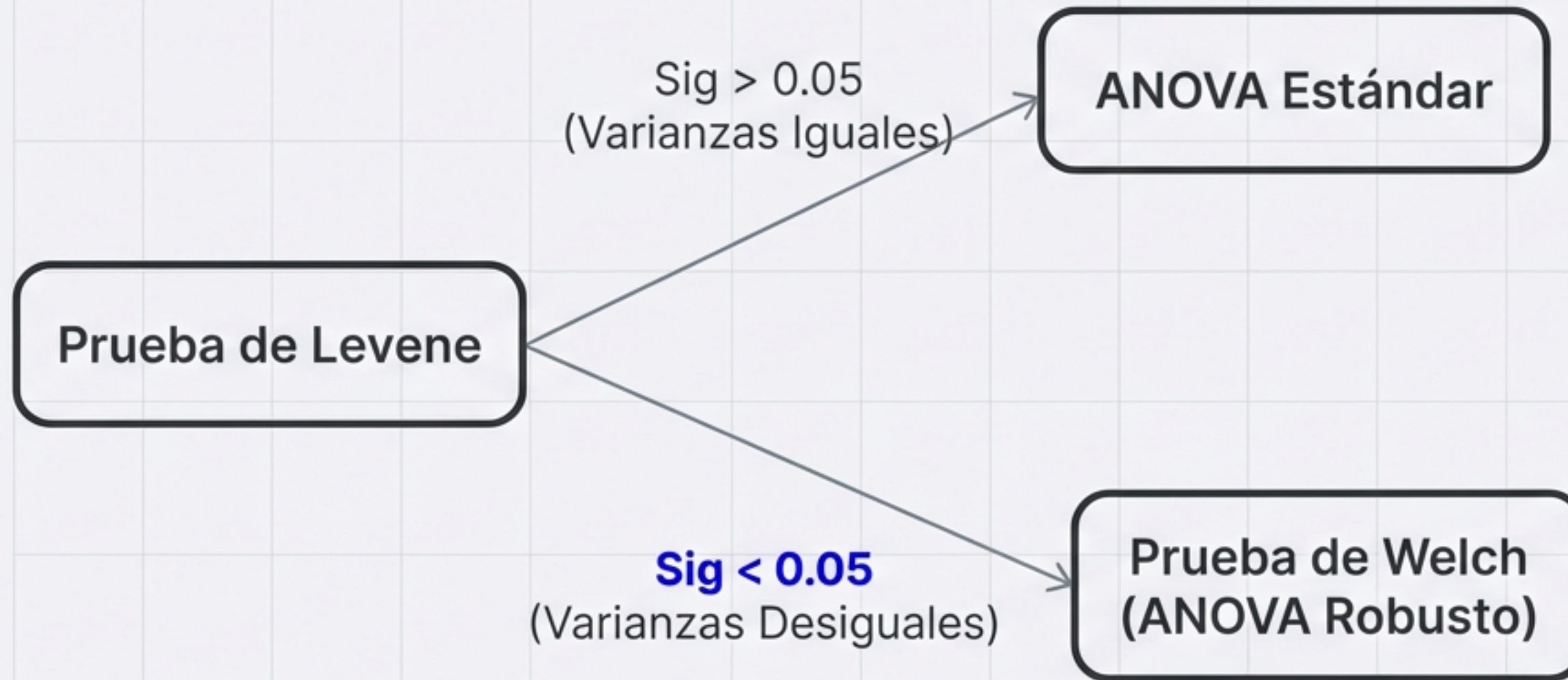
# El Veredicto: El Valor P



## DECISIÓN: Rechazamos $H_0$

Existe evidencia estadística suficiente para afirmar que las medias NO son iguales.  
La variabilidad observada es muy improbable que sea producto del azar.

# ¿Qué pasa si fallan los supuestos?



|       | Estadístico | Sig: |
|-------|-------------|------|
| Welch | 145,339     | ,000 |

# El Detective: Comparaciones Múltiples

Prueba Post-hoc (Tukey HSD) para identificar diferencias específicas.

| (I) Luz | (J) Luz | Diferencia de medias | Sig. |
|---------|---------|----------------------|------|
| 30      | 20      | -0.417               | .997 |
| 35      | 20      | 2.083                | .391 |
| 35      | 30      | 1.667                | .615 |



El ANOVA nos dice “hay una diferencia”. **Tukey** nos dice “dónde está”.

# Reporte Visual de Resultados

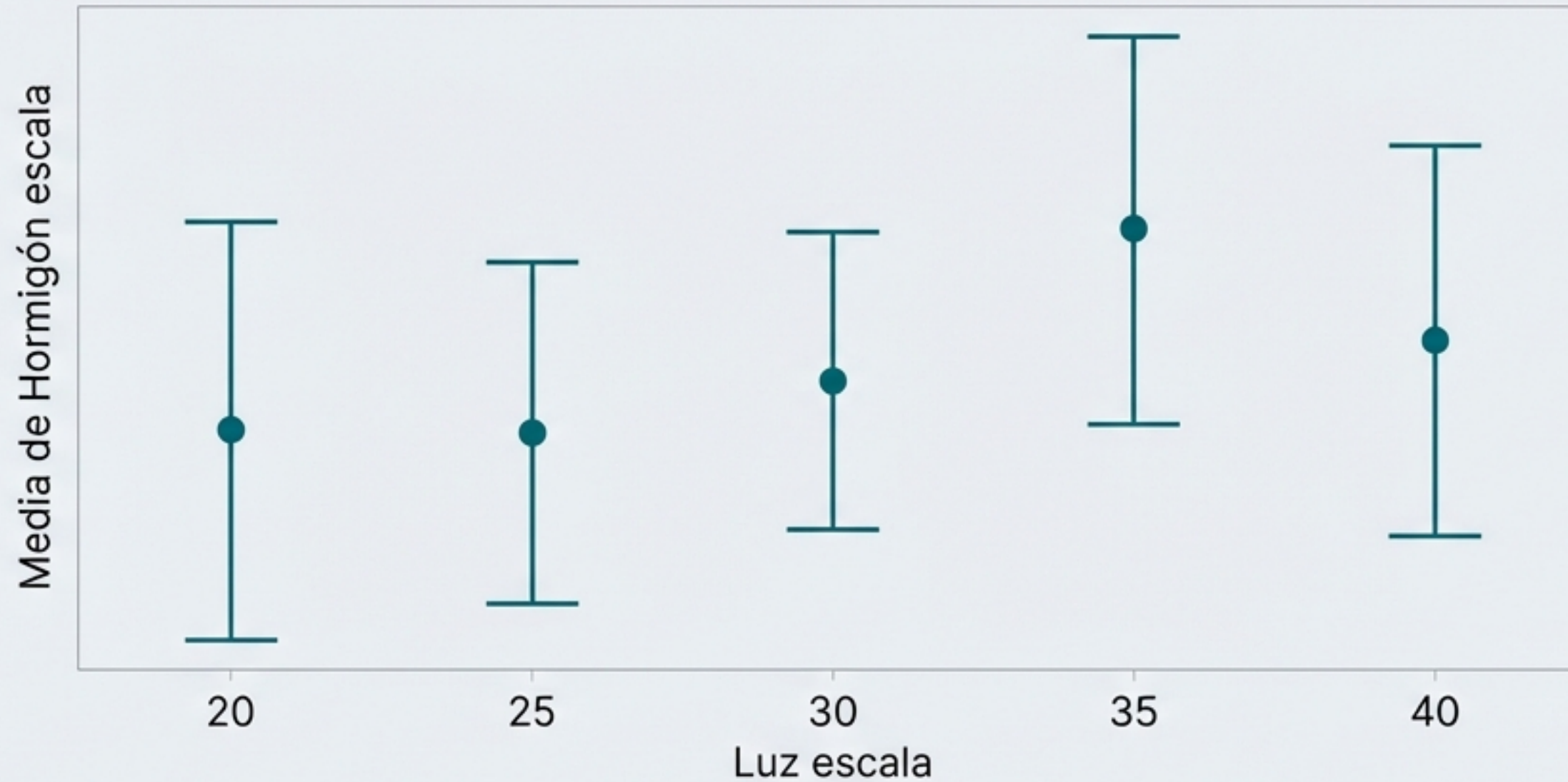
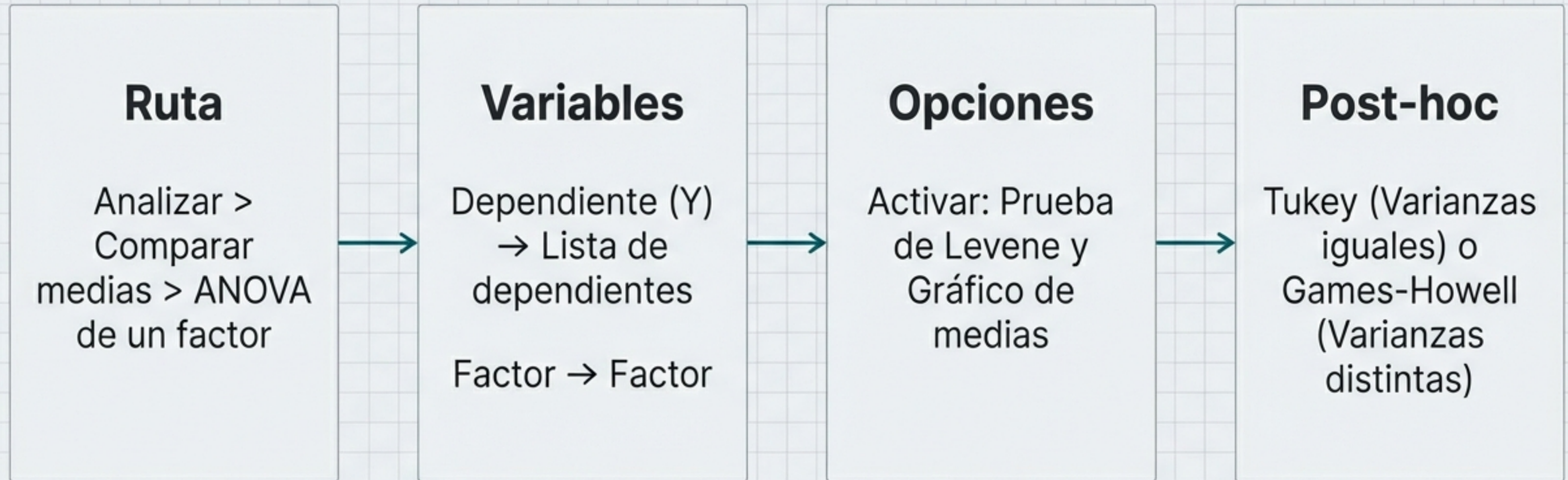


Gráfico de Medias con Intervalos de Confianza (95%). La no superposición de barras sugiere diferencias significativas.

# Ejecución Rápida en Software (SPSS/JMP)



# Resumen Ejecutivo



## Objetivo

Comparar 3+ medias simultáneamente controlando el error.

$$V_a = V_n^2$$

The diagram illustrates the decomposition of total variance. It shows the equation  $V_a = V_n^2$  where  $V_a$  represents the total variance and  $V_n^2$  represents the variance due to noise. Three arrows point from the right side of the equation towards the right, indicating the separation of components.

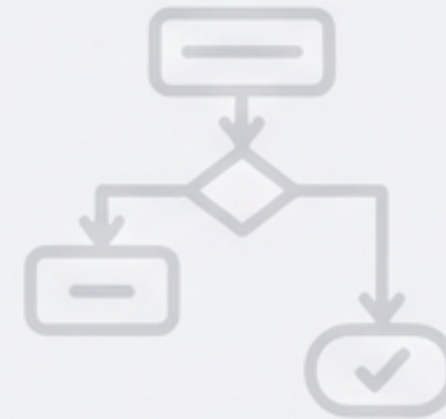
## Mecánica

Descomponer la varianza total en Señal (Entre) vs. Ruido (Intra).



## Decisión

Si  $P < 0.05$ , la diferencia es real (Rechazar  $H_0$ ).



## Acción

Usar Post-hoc para identificar los grupos específicos responsables.

**Conclusión: ANOVA convierte datos ruidosos en decisiones claras. En nuestro caso inicial, el Lote 3 es defectuoso.**

